



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM FITOPATOLOGIA**

Dissertação de Mestrado

**Seleção de genótipos de cebola resistentes à *Burkholderia
gladioli* pv. *alliicola***

Leandro da Silva Velez

**RECIFE-PE
2017**

LEANDRO DA SILVA VELEZ

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CEBOLA RESISTENTES À
Burkholderia gladioli* pv. *alliicola

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitopatologia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama

Coorientadora: Prof^ª. Dra. Elineide Barbosa de Souza

Coorientador: Dr. Adriano Márcio Freire Silva

RECIFE-PE
JULHO – 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca, Recife-PE, Brasil

V436s Velez, Leandro da Silva.
Seleção de genótipos de cebola resistentes à *Burkholderia gladioli* pv. *alliiicola* / Leandro da Silva Velez. – 2017.
41 f. : il.

Orientador: Marco Aurélio Siqueira da Gama.

Coorientadores: Elineide Barbosa de Souza, Adriano Márcio Freire Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Recife, BR-PE, 2017.

Inclui referências.

1. *Allium cepa* 2. Podridão em escamas 3. Resistência genética
I. Gama, Marco Aurélio Siqueira da, orient. II. Souza, Elineide
Barbosa de, coorient. III. Silva, Adriano Márcio Freire, coorient.
IV. Título

CDD 632

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS RESISTENTES À *Burkholderia gladioli* pv. *allii*cola

LEANDRO DA SILVA VELEZ

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 27/07/2017.

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama

EXAMINADORES:

Prof^a Dra. Sônia Maria Alves de Oliveira

Prof^a Dra. Kátia Cilene da Silva Felix

RECIFE - PE

JULHO - 2017

*Aos meus irmãos, **Alde Velez Júnior.**, **Aldilene Velez** e **Elder Velez**, pelo apoio, incentivo, amizade, e compreensão. A minha namorada, **Barbara Marchesini Malta**, pelo companheirismo, paciência e ajuda nos momentos mais difíceis e, aos meus sogros, **José Alvaro Malta** e **Angelica Marchesini**, por nos ensinar como a vida deve ser vivida.*

OFEREÇO

*Aos meus pais, **Gilda Velez** e **Alde Velez**, por todo o esforço que fizeram para que eu pudesse estar aqui, pelo exemplo de caráter e de pessoas determinadas que são, e a minha querida avó, **Neuza Velez**, que nos mostrou que com fé chegaremos onde quisermos*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, força e fé para superar os contratemplos encontrados durante essa caminhada.

Aos meus pais, Alde e Gilda, por todo amor e apoio durante minha vida; à minha namorada e companheira, Barbara, por sua paciência e compreensão nas horas mais difíceis; e ao meu sogro José Alvaro e a minha sogra Angelica, por toda compreensão e apoio durante esta caminhada;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo apoio institucional, e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama, pela orientação, apoio e pronto atendimento sempre;

Aos meus coorientadores, Prof^ª. Dra. Elineide Barbosa de Souza, que despertou a minha curiosidade pela fitopatologia desde a graduação, e ao Dr. Adriano Márcio Freire Silva, por sua contagiante busca incessante pelo conhecimento, e a Prof^ª Rosa de Lima Mariano, por iluminar a caminhada de todos do LAFIBAC;

Aos pesquisadores do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Dr. Júlio Mesquita, Dra. Cristina Lemos e Eng. Agrônomo Luiz Evandro, por todo apoio no projeto inicial desta pesquisa;

Aos pesquisadores Dr. Carlos Antônio Fernandes Santos, Dra. Maria Angélica Guimarães, bolsistas e estagiários da Embrapa Semiárido, por todo apoio, disponibilidade e ajuda no decorrer dos experimentos realizados em Petrolina, PE;

Aos amigos Dr. Matheus Silva e Silva e Carlos Antônio, por todo apoio e ajuda no decorrer dos experimentos, com isso o trabalho se tornou menos árduo;

Aos amigos do curso de Mestrado: Ananda, Angélica, Beatriz, Caroline, Cássia, Júnior, Kledson, Marilene, Raycenne, Rezânio e Tarciana. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia que contribuíram para a minha formação;

Aos meus companheiros do Laboratório de Fitobacteriologia: Alba, Alessandra, Ana Dulce, Bárbara, Carla, Claudeana, Edilaine, Elias, Emanuel, Greecy, Jéssica, Joelma, Leandro, Nelson, Pedro, Rayanne, Tarcísio, Walkíria e Willams, pela amizade e apoio nos momentos de indecisão;

A todos que de alguma forma colaboraram para meu sucesso, muito obrigado.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO GERAL.....	VII
GENERAL ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO I.....	09
INTRODUÇÃO GERAL.....	10
1. A cultura da cebola.....	10
2. Doenças da cebola.....	12
3. Podridões em escamas da cebola	13
4. Fontes de resistência à podridão em escamas da cebola	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO II.....	21
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
Isolados, condições de cultivo e preparo de suspensões.....	25
Análise da agressividade dos isolados de <i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>alliicola</i>	26
Seleção de genótipos de cebola para resistência a <i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>alliicola</i>	27
Avaliação da estabilidade da resistência de genótipos de cebola a <i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>alliicola</i>	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
Análise da agressividade dos isolados de <i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>alliicola</i>	28
Seleção de genótipos de cebola para resistência a <i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>alliicola</i>	29
Avaliação da estabilidade da resistência de genótipos de cebola a <i>Burkholderia gladioli</i> pv. <i>alliicola</i>	30
REFERÊNCIAS.....	31
CONCLUSÕES GERAIS.....	40

RESUMO GERAL

Diversas doenças acometem a cultura da cebola (*Allium cepa*), destacando-se a podridão em escamas causada por espécies do complexo *Burkholderia cepacia* (CBC), *B. gladioli* pv. *alliicola* e *Pseudomonas aeruginosa*. Dentre essas bactérias, as espécies do CBC e *B. gladioli* pv. *alliicola* são mais agressivas a bulbos de cebola e *B. gladioli* pv. *alliicola* predomina nas regiões produtoras do semiárido do Nordeste Brasileiro. Adicionalmente, ainda não se sabe ao certo quais espécies do CBC estão presentes nessa região causando podridão em escamas em cebola. Como até o momento não existem variedades resistentes à doença e tendo em vista a potencial ameaça desta enfermidade a cebolicultura, este estudo teve como objetivo avaliar a reação de genótipos de cebola resistentes à podridão de escamas causada por *B. gladioli* pv. *alliicola* e analisar a estabilidade da resistência dos genótipos mais promissores a diferentes isolados. Antes da realização dos experimentos para avaliação da reação dos genótipos a podridão em escama, nove isolados de *B. gladioli* pv. *alliicola* foram avaliados quanto a agressividade em bulbos de cebola. Os isolados CCRMBG39, CCRMBG172 e CCRMBG212 foram considerados como mais agressivos, sendo selecionados para os estudos seguintes. Inicialmente, a reação de 58 genótipos de cebola à podridão de escamas foi avaliada utilizando o isolado CCRMBG39, sendo observado diferentes níveis de resistência a doença. Trinta e quatro genótipos foram considerados resistentes, com severidade variando de 9,79 a 13,42 mm; 21 genótipos foram moderadamente resistentes, com severidade variando de 13,89 a 16,88 mm; e três genótipos foram considerados suscetíveis, com severidade de 18,39 a 19,86 mm. Dentre os 34 genótipos considerados como resistentes, os quinze mais promissores e o mais suscetível foram selecionados para estudar a estabilidade da resistência. Os genótipos F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015), CASCUDA T5, Crioula Mercosul, Juporanga, EHCEB 20111036, Cascuda T6 e EHCEB 20142028 mantiveram-se estáveis e apresentaram-se resistentes a podridão em escamas considerando os três isolados selecionados. Diante do exposto, conclui-se que esses genótipos apresentaram-se como fontes promissoras de resistência à podridão em escamas, podendo ser utilizados em programas de melhoramento visando à obtenção de variedades de cebola com resistência a doença.

Palavras-Chave: *Allium cepa*, podridão em escamas, resistência genética.

GENERAL ABSTRACT

Several diseases occur on the onion (*Allium cepa*), especially the scales rot caused by species of *Burkholderia cepacia* complex (BCC), *B. gladioli* pv. *alliicola* and *Pseudomonas aeruginosa*. Among these bacteria, BCC species and *B. gladioli* pv. *alliicola* are more aggressive to onion bulbs and *B. gladioli* pv. *alliicola* predominates in the producing regions of the Brazilian northeastern semi-arid region. Additionally, it is not yet known which BCC species are present in this region causing onion scales rot. To date, there are no varieties resistant to the disease and in view of the potential threat of this disease to culture of the onion, this study aimed to evaluate the reaction of onion genotypes resistant to scales rot caused by *B. gladioli* pv. *alliicola* and to analyze the resistance stability of the most promising genotypes to different isolates of bacteria. Before the experiments to evaluate the reaction of the genotypes to scales rot, nine isolates of *B. gladioli* pv. *alliicola* were evaluated for aggressiveness in onion bulbs. The isolates CCRMBG39, CCRMBG172 and CCRMBG212 were considered as more aggressive and were selected for the following studies. Initially, the reaction of 58 onion genotypes to the scales rot was evaluated using the CCRMBG39 isolate, with different levels of resistance to disease being observed. Thirty-four genotypes were considered resistant, with severity varying from 9.79 to 13.42 mm; 21 genotypes were considered moderately resistant, with severity ranging from 13.89 to 16.88 mm; and three genotypes were considered susceptible, with severity from 18.39 to 19.86 mm. Among the 34 genotypes considered as resistant, the fifteen most promising and the most susceptible were selected to study resistance stability. The genotypes F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015), Cascuda T5, Crioula Mercosul, Juporanga, EHCEB 20111036, Cascuda T6 and EHCEB 20142028 remained stable and were resistant to scales rot considering the three selected isolates. Thus, it is concluded that these genotypes presented as promising sources of resistance to scale rot, and can be used in breeding programs aimed at obtaining varieties of onion with resistance to disease.

Keywords: *Allium cepa*, sour skin, genetic resistance.

CAPÍTULO I

Introdução Geral

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CEBOLA RESISTENTES À *Burkholderia gladioli* *pv. allicola*

INTRODUÇÃO GERAL

1. A cultura da cebola

A cebola, *Allium cepa* L., é cultivada em quase todos os continentes (KUNZ et al., 2009). O consumo desta hortaliça pode ser realizado das mais diversas formas, desde in natura, em saladas, assim como em condimentos industrializados (COSTA; RESENDE, 2007). Várias características como sabor, pungência, aroma e propriedades terapêuticas fazem com que essa hortaliça apresente elevado valor nutricional (KUNZ et al., 2009), destacando-se no Brasil pela elevada importância socioeconômica e como a cultura mais produzida dentro do gênero *Allium*. Nesse contexto, a cebolicultura gera renda de forma direta e indireta, sendo considerada a terceira hortaliça com maior valor agregado do mundo, juntamente com a batata (*Solanum tuberosum* L.) e o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (EL BALLA; HAMID; ABDELMAGEED, 2013).

O gênero *Allium* pertence à classe Monocotyledoneae, ordem Asparagales e família Alliaceae. Este gênero possui uma série de espécies hortícolas, como *A. cepa* (cebola), *A. fistulosum* L. (cebolinha), *A. sativum* L. (alho), *A. ampeloprasum* L. (alho-poró) e *A. tuberosum* L. (cebolinha chinesa) (RESENDE; KIILL; SOUZA, 2016). A cebola se originou em regiões de clima temperado, as quais atualmente compreendem o Afeganistão, Irã e a antiga União Soviética (KUNZ et al., 2009). Esta hortaliça tem sido cultivada a mais de 5000 anos, não sendo mais encontrada em sua forma silvestre. As espécies que mais se aproximam são *A. galanthum* L. e *A. vavilovii* L., as quais podem ser encontradas nas suas formas silvestres nos centros de origem acima descritos, com exceção do Irã (GOLDMAN; HAVEY; SCHROECK, 2000).

De acordo com dados disponíveis no último registro da Food and Agriculture Organization (FAO), em 2014, a produção mundial de cebola foi de 88,4 milhões de toneladas. Os principais países produtores foram China, Índia, Estados Unidos, Egito, Iran e Rússia, os quais produziram juntos cerca de 50 milhões de toneladas. Por sua vez, o Brasil apresenta-se em nono lugar no ranking dos 10 maiores produtores de cebola do mundo (FAO, 2014).

Por sua vez, de acordo com dados disponíveis no último registro nacional sobre a produção de cebolas, em 2016 foram produzidos aproximadamente 1.563.986 toneladas de bulbos, destacando-se Santa Catarina como maior estado produtor do Brasil, com uma produção de 536.604 toneladas. A região Nordeste foi responsável pela produção de 288.806 toneladas, destacando-se a Bahia, com uma produção de 255.200 toneladas, e Pernambuco, com 27.720 toneladas produzidas, os quais foram responsáveis por 97.7% da produção regional (IBGE, 2017).

Para 2017, espera-se uma produção de cebola no Brasil de aproximadamente 1.566.896 toneladas, o que representa um aumento de 0,2% em relação à produção do ano de 2016 (IBGE, 2017). No entanto, apesar dessa elevada produção, a quantidade produzida no Brasil não supre o alto consumo, que associado às entressafras das regiões produtoras do país em determinados períodos do ano, torna essencial a importação de cebola, principalmente da Argentina, Espanha e Holanda (SCHMITT, 2010).

No Nordeste, a região do Submédio do Vale do São Francisco destaca-se como grande produtora de cebola. Nessa região, os principais municípios pernambucanos produtores desta hortaliça são Belém do São Francisco, Cabrobó, Floresta, Lagoa Grande, Orocó, Petrolândia, Santa Maria da Boa Vista e Salgueiro. Por sua vez, no estado da Bahia, os principais municípios produtores de cebola são Abaré, Casa Nova, Curaçá, Itaguaçu, Juazeiro e Sento Sé (RESENDE; COSTA, 2016). Fora do entorno do Submédio do Vale do São Francisco, a cebolicultura também é realizada nos municípios baianos de Irecê, João Dourado e Mucugê (OLIVEIRA, 2016).

Para região Nordeste, as cultivares amarelas Alfa Tropical, Granex 429, Pêra IPA-4, Texas Grano 502, Valeouro IPA-11 e a cultivar Roxa Franciscana IPA-10, são recomendadas por estarem adaptadas à região e apresentarem características agrônomicas aceitas pelos produtores (CANDEIA; SILVA; MENEZES, 2008). Adicionalmente, o uso de cultivares híbridas associados ao uso de alta tecnologia de produção tem sido responsável pelo aumento de produtividade, especialmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (LEITE, 2009).

O desempenho agrônômico das cultivares de cebola está relacionado ao manejo fitotécnico e a adaptação ao local de cultivo. Nesse sentido, o fotoperíodo e a temperatura são fatores primordiais para bulbificação, sendo o requerimento desses fatores variável entre genótipos. Portanto, a escolha da região produtora deve auxiliar o genótipo a expressar seu potencial máximo (MENEZES JUNIOR; VIEIRA NETO,

2012). A cultura da cebola pode ser acometida por diversas doenças, as quais podem ser causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides (GAVA; TAVARES, 2016).

2. Doenças da cebola

Dentre as doenças de etiologia fúngica que incidem na cebola destacam-se a mancha púrpura, também conhecida como crestamento ou pinta, causada por *Alternaria porri* (Ellis) Cif. e por *Stemphylium vesicarium* (Wallr.) E.G. Simmons; míldio, causado por *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. ex Berk.; queima-das-pontas, causada por *Botrytis squamosa* J.C. Walker; raiz rosada, causada por *Pyrenochaeta terrestris* (H.N. Hansen) Gorenz, J.C. Walker e Larson; antracnose, também conhecida como mal-de-sete-voltas, ocasionada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. e Sacc. e fusariose, também conhecida como podridão basal, sendo ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (Hanzawa) W.C. Snyder e H.N. Hansen (GAVA; TAVARES, 2016).

As doenças causadas por nematoides mais comuns são as galhas, ocasionadas por *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *M. incognita* (Kofoid and White) Chitwood, *M. hapla* Chitwood, *M. chitwoodi* Golden, O'Bannon, Santo and Finley, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb) Sher, também ocasiona lesões nas raízes, mas não produzem galhas, enquanto *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev causa lesões no bulbo e pseudocaule. Dentre as doenças de etiologia viral, as mais comuns são sapeca, que tem como agente etiológico o *Iris yellow spot virus* (IYSV), e o mosaico em faixas ou nanismo amarelo, causado por *Onion yellow dwarf virus* (OYDV) (GAVA; TAVARES, 2016).

Quanto às doenças bacterianas, se destaca a podridão em escamas, que é causada por diferentes bactérias, a saber: complexo *Burkholderia cepacia* (CBC) (Palleroni e Holmes) Yabuuchi et al., *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola* (Burkholder) Young et al. e *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula (OLIVEIRA, 2016). Além da podridão em escamas, a podridão mole, ocasionada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Jones) Hauben et al. e *Dickeya chrysanthemi* (Burkholder et al.) Samson et al., também ocasiona podridão em bulbos de cebola. (WORDELL FILHO et al., 2006). Considerando essas doenças, a podridão em escamas apresenta-se como uma séria ameaça à cebolicultura, pois é capaz de causar perdas de até 50%, desde a fase de

colheita até a comercialização dos bulbos, quando medidas de controle não são tomadas (ROMEIRO, 2000; WORDELL FILHO et al., 2006).

3. Podridões em escamas da cebola

Embora várias espécies causem podridões em escamas de cebola, dependendo da bactéria envolvida, a doença pode ter um nome específico. Quando a podridão é causada pelo CBC a doença é popularmente chamada de camisa d'água ou capa d'água, pois a podridão ocorre nas camadas mais externas do bulbo. Quando a doença é ocasionada por *B. gladioli* pv. *alliicola*, esta é chamada de podridão aquosa da escama escorregadia, pois a podridão ocorre nas escamas mais internas ou no centro do bulbo. Por sua vez, na infecção causada por *P. aeruginosa* a doença é chamada de escurecimento interno do bulbo (WORDELL FILHO et al., 2006).

Em condições de campo é difícil identificar quem está causando a doença e, em um contexto geral, as podridões em escamas caracterizam-se como uma podridão viscosa de coloração amarelada a marrom claro, firme, podendo haver a quebra de uma ou poucas escamas internas do bulbo (JACCOUD FILHO et al., 1987; MOHAN, 1995). As escamas adjacentes às infectadas podem permanecer firmes e, embora sejam observadas podridões nas escamas individualmente, todo o bulbo é comprometido (DAVIS et al., 2014; ROBERTS, 2013). Ainda que, externamente, os bulbos pareçam saudáveis, a região do pescoço pode amolecer depois das folhas entrarem em colapso. Em estádios avançados da doença, as escamas saudáveis podem se soltar durante o manuseio (MOHAN, 1995).

Estudo recente demonstrou a presença dos três grupos de bactérias relacionadas às podridões em escamas no semiárido nordestino, sendo obtidos 45 isolados a partir de bulbos com sintomas da doença em regiões produtoras de cebola, os quais foram identificados por meio de rep-PCR e sequenciamento da região 16S rRNA. Vinte e nove isolados (64%) foram identificados como sendo do CBC, 10 isolados como *B. gladioli* pv. *alliicola* (23%) e seis isolados como *P. aeruginosa* (13%) (OLIVEIRA, 2016). Portanto, levando-se em consideração que diferentes espécies do CBC podem estar associadas à podridão em escamas (WORDELL FILHO et al., 2006), um percentual de 23% pode ser um indicativo de que isolados de *B. gladioli* pv. *alliicola* prevalecem no semiárido nordestino causando a doença. Além disso, quando artificialmente inoculados em escamas de cebola, os isolados do CBC e de *B. gladioli* pv. *alliicola* mostram-se

igualmente agressivos e são significativamente mais agressivos do que isolados de *P. aeruginosa* (OLIVEIRA, 2016).

A espécie *B. gladioli* é uma fitobactéria considerada bastante homogênea, sendo dividida em dois patovares: *alliicola*, que causa podridão em bulbos de cebola, e *gladioli*, que causa podridões ou manchas em gladiolo e outras plantas ornamentais, e também em arroz (*Oryza sativa* L.) e açafrão (*Curcuma longa* L.) (BRADBURY, 1986). Além da patogenicidade a diferentes hospedeiros, os patovares de *B. gladioli* podem ser diferenciados através de RAPD com o *primer* CUGEA1 (STOYANOVA et al., 2011). Adicionalmente, alguns estudos demonstraram que diferentes isolados de *B. gladioli* têm a capacidade de infectar homens e animais, causando intoxicação alimentar e infecções pulmonares graves em pacientes portadores de fibrose cística e imunocomprometidos (FOLEY; LIPUMA; FELDMAN, 2004; JIAO et al., 2003). Contudo, a distinção entre isolados obtidos do ambiente dos isolados clínicos, ou mesmo os patogênicos dos não patogênicos ao homem, ainda não é possível. Uma exceção parece ser a patogenicidade à cebola, pois isolados clínicos são aparentemente incapazes de macerar tecido de cebola ou produzir enzimas pectinolíticas (PARKE; GURIAN-SHERMAN, 2001).

Burkholderia gladioli pv. *alliicola* pertence ao filo Proteobacteria, classe das Betaproteobacterias, família Burkholderiaceae e gênero *Burkholderia*. As células são Gram negativas, em forma de bastonetes, aeróbicas, móveis, medem de 1,6 a 3,2 µm por 8 a 10 µm e possuem flagelo monotríquico (MAHENTHIRALINGAM; BALDWIN; DOWSON, 2008). A bactéria consegue sobreviver de forma endofítica em diversos vegetais diferentes de seu hospedeiro, sendo possível detectar a presença de células bacterianas em tecidos coletados de culturas como milho (*Zea mays* L.), tomate, melão (*Cucumis melo* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.), tanto em cultivo convencional quanto em cultivo orgânico (XIA et al, 2015). Além disso, visto que a sobrevivência de isolados do CBC também ocorre na rizosfera de cebolas, o qual é um ambiente natural e favorável ao desenvolvimento desses patógenos (JACOBS et al., 2008), é provável que *B. gladioli* pv. *alliicola* também se comporte da mesma maneira, uma vez que isolados deste patógeno foram coletados juntamente com isolados do CBC em regiões produtoras de cebola no Vale do São Francisco (OLIVEIRA, 2016).

A infecção geralmente ocorre no campo após a formação dos bulbos devido à disseminação das bactérias pelo solo ou água de irrigação, mas também pode ocorrer durante o armazenamento (PARKE; GURIAN-SHERMAN, 2001). Na presença de

ferimentos, temperatura ideal (30 e 35°C) e água livre, os danos causados pela podridão em escamas podem ser mais severos (DAVIS, 1995). A falta de sistemas de detecção da doença diminui a possibilidade de reduzir as perdas causadas por *B. gladioli* pv. *alliicola* no cultivo da cebola (PRITHIVIRAJ et al., 2004). Nesse sentido, o manejo de forma preventiva das podridões em bulbos de cebola deve ser realizado (GAVA; TAVARES, 2016).

Estudos recentes sobre a epidemiologia da podridão em escamas causada por *B. cenocepacia* Vandamme et al. e *B. arboris* Vanlaere et al. demonstraram que a temperatura ideal para o desenvolvimento da doença está dentro de uma faixa que varia de 35 a 40° C (SILVA, 2016). Essas espécies são facilmente encontradas nas regiões produtoras de cebola no Nordeste brasileiro. Além disso, essa faixa de temperatura demonstra discrepâncias entre a faixa de temperatura anteriormente descrita por Davis (1995).

Para o manejo da podridão em escamas da cebola recomenda-se o uso de bulbos e sementes saudáveis, evitar excesso de umidade no solo, evitar a utilização de implementos agrícolas de onde a doença foi constatada, realizar rotação com espécies de outras famílias botânicas, controlar insetos pragas, eliminar plantas com sintomas no campo e descartar bulbos colhidos que pareçam infectados, colher os bulbos somente no estágio de maturação correto, e armazenar os bulbos em baixas temperaturas, com baixa umidade do ar e em locais aerados (GAVA; TAVARES, 2016; ROMEIRO, 2000). Ainda assim, deve-se ter o máximo cuidado nos tratamentos culturais durante o cultivo desta hortaliça e no manuseio de bulbos durante a colheita e o armazenamento, evitando-se qualquer choque que possa comprometer a integridade das escamas ou ferir as folhas próximo ao pescoço (WORDELL FILHO et al., 2006). Adicionalmente, ainda não existem variedades comprovadamente resistentes à podridão em escamas (GAVA; TAVARES, 2016), o que poderia amenizar consideravelmente as perdas ocasionadas pela doença.

4. Fontes de resistência a doenças em cebola

O aumento da produtividade agrícola é o principal objetivo dos programas de melhoramento genético, que tem como visão abastecer com alimentos uma população que aumenta a cada ano e em um mundo de área limitada. Isso pode ser conseguido de forma direta e indireta. A forma direta ocorre através do desenvolvimento de variedades

altamente produtivas, enquanto a forma indireta ocorre pela obtenção de variedades resistentes (FERREIRA, 2006).

A resistência genética é definida como a capacidade de algumas espécies de plantas tem em suprimir, reduzir ou retardar as injúrias e danos causados por patógenos. Além disso, a resistência caracteriza-se por ser de natureza dinâmica e coordenada, dependente da expressão dos seus mecanismos em uma sequência lógica, após o contato do patógeno com o hospedeiro. Nesse sentido, a resistência apresenta-se como um sistema multicomponente, onde o seu nível resulta da somatória das contribuições individuais de diferentes mecanismos de resistência (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

O uso de cultivares resistentes é o método de controle mais eficiente, econômico e seguro do ponto de vista ambiental, por reduzir o uso de agroquímicos e ser compatível com outras práticas de manejo de doenças de plantas (CAMARGO, 2011). Contudo, a obtenção de genótipos resistentes a doenças é um trabalho de grande complexidade, no qual estratégias devem ser traçadas para gerar e manter um determinado genótipo resistente. Isto ocorre porque os patógenos desenvolvem estratégias que apresentam vantagens seletivas sobre o genótipo do hospedeiro. Dentre essas vantagens destaca-se o rápido ciclo de vida e a facilidade de liberação de novas combinações genéticas de patogenicidade, principalmente devido aos mecanismos de variabilidade genética, como mutação e recombinação (MATTIELO; BARBEIRI; CARVALHO, 1997).

Em um programa de melhoramento, algumas etapas devem ser seguidas para se obter uma variedade com graus satisfatórios de resistência genética. Dentre essas etapas, destaca-se a identificação de genótipos e de genes que conferem resistência em variedades da espécie que se deseja melhorar ou de espécies taxonomicamente afins. Após a etapa de identificação, devem-se transferir os genes de resistência para a variedade de interesse através de um dos métodos de hibridação conhecidos, observando-se o seu comportamento e distinguindo as plantas resistentes das suscetíveis (FERREIRA, 2011).

Ao longo dos anos, o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) em parceria com a EMBRAPA Semiárido e a EMBRAPA Hortaliças desenvolveram uma série de cultivares de cebola para a região Nordeste. Como exemplo, destacam-se as cultivares da série IPA, Alfa Tropical e Alfa São Francisco. Estudos também foram realizados para adaptação de cultivares, com o objetivo de selecionar aquelas mais produtivas,

resistentes às principais doenças e pragas, além de terem boa aceitação pelo consumidor (SOUZA et al., 2008).

O melhoramento genético da cebola vem sendo executado até os dias atuais, contemplando cebolas roxas e amarelas, e com objetivo de desenvolver cultivares dotadas de elevado potencial produtivo, resistência ao mal de sete voltas e a raiz rosada. Além disso, tem-se buscado uma melhor conservação pós-colheita, pungência moderada e boa adaptação às condições ambientais locais (SOUZA et al., 2008). No entanto, apesar da elevada importância da podridão em escamas, até o momento nenhuma cultivar ou até mesmo fonte de resistência a doença foi detectada ou selecionada. Portanto, tendo em vista a potencial ameaça desta enfermidade e a baixa eficiência das medidas de controle utilizadas para o manejo da doença, este estudo visa a seleção de genótipos com fonte de resistência a *B. gladioli* pv. *alliicola*, contribuindo firmemente para o aumento da produtividade da cebola no semiárido nordestino.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADBURY, J. F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. Kew: CAB International, 1986. 332 p

CAMARGO, L. E. A. Controle genético. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (eds.). **Manual de Fitopatologia**. Princípios e conceitos. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v. 1, p. 325-340.

CANDEIA, J. A.; SILVA, M. C. L.; MENEZES, J. T. **Cultura da cebola**. Recife: IPA, 2008. 1 p. (Boletim técnico 25).

COSTA, N. D.; RESENDE, G. M. Cultivares. In: _____. (eds.). **Cultivo da cebola no Nordeste**. Brasília, 2007. p. 20-23. (Embrapa-Sistema de Produção 3).

DAVIS, R. M. Soft rot. In: SCHAWARTZ, H.; MOHAN, S. K. (eds.) **Compendium of onion and garlic diseases**. 2. ed. Minnesota: Saint Paul, 1995. p. 32-33.

DAVIS, R. M.; AEGERTER, B. J.; LAEMMLEN, F. F.; VOSS, R. E. Onion and garlic, bacterial soft rot, pathogens: *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*, *E. chrysanthemi*, *Pseudomonas gladioli*, and *Enterobacter cloacae*. **UC Pest Management Guidelines**. California: University of California, 2014. Disponível em: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r584100811.html>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

EL BALLA, M. M. A.; HAMID, A. A.; ABDELMAGEED, A. H. A. Effects of time of waterstress on flowering, seed yield and seed quality of common onion (*Allium cepa* L.)

under the arid tropical conditions of Sudan. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 121, p. 149-157, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, P. V. Resistência às doenças e aos insetos-praga. **Melhoramento de plantas**. 1. ed. Maceió: Editora UFAL, 2006. p. 477-480.

FOLEY, P. L.; LIPUMA, J. J.; FELDMAN, S. H. Outbreak of otitis media caused by *Burkholderia gladioli* infection in immunocompromised mice. **Comparative Medicine**. Memphis, v. 54, n. 1 p. 93-99, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistics division**. 2014. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

GAVA, C. A. T.; TAVARES, S. C. C. H. **Cultivo da cebola no Nordeste: doenças**. 2016. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1gal1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1843>. Acesso em: 16 jul 2017.

GOLDMAN, I. L; HAVEY, M. J; SCHROECK, G. History of public onion breeding programs and pedigree of public onion germplasm releases in the United States. **Plant Breeding Reviews**, Berlin, v. 20, p. 67-103, 2000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores IBGE. Estatística da Produção Agrícola, 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201702.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2017.

JACOBS, J. L.; FASI, A. C.; RAMETTE, A.; SMITH, J. J.; HAMMERSCHMIDT, R.; SUDIN, G.W. Identification and onion pathogenicity of *Burkholderia cepacia* complex isolates from the onion rhizosphere and onion field soil. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 74, n. 10, p. 3121-3129, 2008.

JACCOUD FILHO, D. S.; ROMEIRO, R.S.; KIMURA, O.; ZAMBOLIM, L.; SOUZA, R.M. Podridão bacteriana da escama – uma nova doença da cebola em Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12, n. 4, p.395-396, 1987.

JIAO, Z.; KAWAMURA, Y.; MISHIMA, N.; YANG, R.; LI, N; LIU, X.; EZAKI, T. Need to differentiate lethal toxin-producing strains of *Burkholderia gladioli*, which cause severe food poisoning: description of *B. gladioli* pathovar *cocovenenans* and an emended description of *B. gladioli*. **Microbiology and Immunology**, Tokyo, v. 47, n. 12, p. 915 - 925, 2003.

KUNZ, V. L.; SIRTOLI, L. F.; FURLAN, L.; POLETTI, L.; PRIMO, M. A.; RODRIGUES, J. D. Produtividade de cebola sob diferentes fontes e modos de aplicação de adubos nitrogenados em cobertura. **Revista Biodiversidade**, Rondonópolis, v. 8, n.1, p. 31-37, 2009.

LEITE, F. C. **Variantes genômicas do complexo *Burkholderia cepacia* em pacientes com fibrose cística no Hospital das Clínicas em Porto Alegre**. 2009, 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MAHENTHIRALINGAM, E.; BALDWIN, A.; DOWSON, C. G. *Burkholderia cepacia* complex bacteria: opportunistic pathogens with important natural biology. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 104, n. 6, p. 1539-1551, 2008.

MATTIELO, R. R.; BARBEIRI, R. L.; CARVALHO, F. I. F. Resistência das plantas à moléstias fúngicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 161-168, 1997.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; VIEIRA NETO, J. Produção da cebola em função da densidade de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 733-739, 2012.

MOHAN, S. K. Leaf streak and bulb rot. In: Schwartz, In: H. F.; MOHAN, S. K. (eds.) **Compendium of onion and garlic diseases**. St. Paul: APS, 1995. p. 31.

OLIVEIRA, W. J. **Etiologia da podridão de escama da cebola no semiárido brasileiro**. 2016, 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

PARKE, J. L.; GURIAN-SHERMAN, D. Diversity of the *Burkholderia cepacia* complex and implications for risk assessment of biological control strains. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 39, p. 225-58, 2001.

PASCHOLATTI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.417-453.

PRITHIVIRAJ, B.; VIKRAM, A.; KUSHALAPPA, A. C.; YAYLAYAN, V. Volatile metabolite profiling for the discrimination of onion bulbs infected by *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*, *Fusarium oxysporum* and *Botrytis allii*. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 110, n. 4, p. 371-377, 2004.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. **Cultivo de cebola do Nordeste: socioeconomia**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2016. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemas_deproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1836>. Acesso em: 16 Jul. 2017.

RESENDE; G. M.; KIILL, L. H. P; SOUZA, R. J. **Cultivo da cebola no Nordeste**: Botânica Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2016. Disponível em:

<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemas_deproducao1f6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1837> Acesso em: 16 jul. 2017.

ROBERTS, S. **Bacterial storage rots in onion caused by *Burkholderia gladioli* pv. *aliicola***. Warwick: Plant Health Solution, 2013. Disponível em: <http://www.planthealth.co.uk/downloads/Bga_Onions_Poster_2013_A4.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2016.

ROMEIRO, R. S. Doenças causadas por bactérias em alho e cebola. In: ZAMBOLIM, L.; VALE F. X. R.; COSTA, H. (eds.) **Controle de doenças de plantas hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2000. p.43-81.

SCHMITT, D. R. **Cebola: produção e mercado nacional**. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2010-2011. Santa Catarina: EPAGRI, 2010. 4 p.

SILVA, W. A. **Caracterização epidemiológica da podridão em escama da cebola**. 2016, 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SOUZA J. O.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; COSTA, N. D.; SANTOS, C. A. F.; NUNES, G. H. S. Avaliação de genótipos de cebola no semiárido nordestino. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 97-101, 2008.

STOYANOVA, M.; HRISTOVA, P.; PETROV, N.; MONCHEVA, P.; BOGATZEVSKA, N. Method for differentiating *Burkholderia gladioli* pathovars, **Science & Technologies**, Stip, v. 1, p. 15-19, 2011.

WORDELL FILHO, J. A.; ROWE, E.; GONÇALVES, P. A. S.; DEBARBA, J. F.; BOFF, P.; THOMAZELLI, L. F. **Manejo fitossanitário da cebola**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 19-126.

XIA, Y.; DEBOLT, S.; DREYER, J.; SCOTT, D.; WILLIAMS, M. A. Characterization of culturable bacterial endophytes and their capacity to promote plant growth from plants grown using organic or conventional practices. **Frontiers in Plant Science**, New Haven, v. 6, p. 1-10, 2015.

CAPÍTULO II

**Reação de genótipos de cebola à podridão em escamas causada por
Burkholderia gladioli pv. *allicola***

1 **Reação de genótipos de cebola à podridão em escamas causada por *Burkholderia***
2 ***gladioli* pv. *alliicola***

3

4 **Leandro S Velez¹; Adriano Márcio F Silva¹; Carlos A F Santos²; Emanuel F**
5 **Assunção¹; Matheus S Silva²; Rosa L R Mariano¹; Elineide B Souza¹; Marco**
6 **Aurélio S Gama¹** ¹Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal
7 Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, Brasil. ²Embrapa Semiárido, C. Postal 23,
8 56302-970 Petrolina-PE; leandrovellz@gmail.com;adrianomfsilva@yahoo.com.br;
9 casantos@cpatsa.embrapa.br;as_emanuel@hotmail.com;matheus.silvaesilva@gmail.co
10 m; rmbac@gmail.com; elineidebs@yahoo.com.br; marco.gama@ufrpe.br

11

12 **RESUMO**

13 Diversas doenças causadas por fungos, nematoides, vírus e bactérias ocorrem na cebola.
14 Dentre as de origem bacteriana destaca-se a podridão em escamas causada por espécies
15 do complexo *Burkholderia cepacia* (CBC), *B. gladioli* pv. *alliicola* e *Pseudomonas*
16 *aeruginosa*. Dentre essas bactérias, *B. gladioli* pv. *alliicola* predomina nas regiões
17 produtoras do semiárido do Nordeste brasileiro. Visto que o manejo da doença é difícil
18 e pouco eficiente, uma alternativa viável seria a utilização de variedades resistentes que
19 poderiam auxiliar nas medidas de manejo já disponíveis. Assim, conhecendo a
20 importância da doença, a ausência de variedades resistentes e tendo em vista a potencial
21 ameaça desta enfermidade a cebolicultura, este estudo teve como objetivo avaliar a
22 reação de genótipos de cebola à podridão de escamas causada por *B. gladioli* pv.
23 *alliicola* e analisar a estabilidade da resistência dos genótipos mais promissores a
24 diferentes isolados da bactéria. Nove isolados de *B. gladioli* pv. *alliicola* foram
25 avaliados quanto a agressividade em bulbos de cebola, sendo os três isolados
26 considerados como mais agressivos selecionados para os estudos seguintes. A reação de
27 58 genótipos de cebola à podridão de escamas foi avaliada utilizando o isolado
28 CCRMBG39. Trinta e quatro genótipos foram considerados resistentes, com severidade
29 variando de 9,79 a 13,42 mm. Dentre esses genótipos, os quinze mais promissores e o
30 mais suscetível foram selecionados para estudar a estabilidade da resistência. Sete
31 genótipos mantiveram-se estáveis quanto a resistência a podridão em escamas quando
32 inoculados com os três isolados selecionados. Diante desses resultados, conclui-se que

33 esses genótipos apresentaram-se como fontes promissoras de resistência à podridão em
34 escamas, podendo ser utilizados em programas de melhoramento visando à obtenção de
35 variedades de cebola com resistência a doença.

36

37 **Palavras-Chave:** *Allium cepa*, capa d'água, resistência genética.

38

39 **ABSTRACT**

40 Several diseases caused by fungi, nematodes, viruses and bacteria occur on the onion.
41 Among those of bacterial origin, it is worth mentioning the scales rot caused by
42 *Burkholderia cepacia* (CBC), *B. gladioli* pv. *alliicola* and *Pseudomonas aeruginosa*.
43 Among these bacteria, *B. gladioli* pv. *alliicola* predominates in the producing regions of
44 the Brazilian northeastern semi-arid region. knowing that the management of the disease
45 is difficult and inefficient, a viable alternative would be the use of resistant varieties that
46 could help in the management measures already available. Thus, knowing the
47 importance of the disease, the absence of resistant varieties and considering the
48 potential threat of this disease, the aim of this study was to evaluate the reaction of
49 onion genotypes to the scales rot caused by *B. gladioli* pv. *alliicola* and to analyze the
50 resistance stability of the most promising genotypes to different isolates of the bacteria.
51 Nine isolates of *B. gladioli* pv. *alliicola* were evaluated for aggressiveness in onion
52 bulbs and the three isolates considered as more aggressive were selected for the
53 following studies. The reaction of 58 onion genotypes to the scales rot was evaluated
54 using the CCRMBG39 isolate, with different levels of resistance to scales rot observed.
55 Thirty-four genotypes were considered resistant, with severity varying from 9.79 to
56 13.42 mm. Among the 34 genotypes considered as resistant, the fifteen most promising
57 and the most susceptible were selected to study resistance stability. Seven genotypes
58 remained stable and were resistant to scales rot considering the three selected isolates.
59 Thus, it is concluded that these genotypes presented as promising sources of resistance
60 to scale rot, and can be used in breeding programs aimed at obtaining varieties of onion
61 with resistance to disease.

62

63 **Keywords:** *Allium cepa*, Bacterial rot, genetic resistance.

64

65 A cebola, *Allium cepa* L., é cultivada em quase todos os continentes (Kunz *et al.*,
66 2009), sendo considerada a terceira hortaliça com maior valor agregado do mundo,
67 juntamente com a batata e o tomate (El Balla *et al.*, 2013). O consumo desta hortaliça
68 pode ser realizado das mais diversas formas, desde in natura, em saladas, assim como
69 em condimentos industrializados (Costa & Resende, 2007). No Brasil, a cebola
70 apresenta elevada importância socioeconômica, destacando-se como a cultura mais
71 produzida dentro do gênero *Allium*, gerando renda de forma direta e indireta (El Balla *et*
72 *al.*, 2013).

73 A produção de cebola em 2016 foi de aproximadamente 1.563.986 toneladas,
74 destacando-se Santa Catarina como principal estado produtor do Brasil, com uma
75 produção de 536.604 toneladas. A região Nordeste foi responsável pela produção de
76 288.806 toneladas, destacando-se Bahia, com uma produção de 255.200 toneladas, e
77 Pernambuco, com 27.720 toneladas produzidas, os quais foram responsáveis por 97,7%
78 da produção regional (IBGE, 2017).

79 A cebola pode ser acometida por diversas doenças, destacando-se a podridão em
80 escamas, a qual representa um problema a cebolicultura, pois é capaz de causar perdas
81 de até 50%, desde o cultivo até a fase de comercialização dos bulbos (Wordell Filho *et*
82 *al.*, 2006; Romeiro, 2000). Essa doença é causada por diferentes bactérias, a saber:
83 complexo *Burkholderia cepacia* (CBC), *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola* e
84 *Pseudomonas aeruginosa* (Wordell Filho *et al.*, 2006).

85 Oliveira (2016) verificou a ocorrência desses três grupos de bactérias causando
86 podridões em escamas no semiárido nordestino, os quais foram identificados por meio
87 de rep-PCR e sequenciamento da região 16S rRNA. O autor observou que de uma
88 população de 45 isolados obtidos nos municípios produtores da Bahia e Pernambuco,
89 64% foram identificados como sendo do CBC, 23% como *B. gladioli* pv. *alliicola* e
90 13% como *P. aeruginosa*. Contudo, ainda não se sabe ao certo quais espécies deste
91 complexo estão associadas à doença no semiárido nordestino, sendo provável que mais
92 de uma espécie do CBC estejam presentes.

93 O uso de cultivares resistentes é o método de controle mais eficiente,
94 econômico e seguro do ponto de vista ambiental, pois reduz o uso de agroquímicos e é
95 compatível com outras práticas de manejo de doenças de plantas (Camargo, 2011).
96 Nesse sentido, o melhoramento genético da cebola vem sendo executado até os dias

97 atuais, contemplando cebolas roxas e amarelas, e com objetivo de desenvolver
98 cultivares dotadas de elevado potencial produtivo e resistência aos problemas
99 fitossanitários da região do Submédio do Vale do São Francisco. Também se tem
100 buscado uma melhor conservação pós-colheita, pungência moderada e boa adaptação às
101 condições ambientais dessa região (Souza *et al.*, 2008). No entanto, ainda não existem
102 variedades comprovadamente resistentes à podridão em escamas, o que poderia
103 amenizar consideravelmente as perdas ocasionadas pela doença (Gava & Tavares,
104 2016).

105 Tendo em vista a potencial ameaça desta enfermidade, pesquisas visando a
106 seleção de fontes de resistência a doença contribuirão firmemente para o aumento da
107 produtividade da cultura da cebola no semiárido nordestino. Portanto, este estudo teve
108 como objetivo selecionar genótipos de cebola resistentes à podridão de escamas causada
109 por *B. gladioli* pv. *alliicola* e analisar a estabilidade da resistência dos genótipos mais
110 promissores a diferentes isolados da bactéria.

111

112 MATERIAL E MÉTODOS

113

114 Isolados, condições de cultivo e preparo de suspensão

115

116 Nove isolados de *B. gladioli* pv. *alliicola* (CCRMBG07, CCRMBG38,
117 CCRMBG39, CCRMBG47, CCRMBG89, CCRMBG165, CCRMBG172,
118 CCRMBG175, CCRMBG194, CCRMBG212) oriundos da Coleção de Culturas Rosa
119 Mariano do Laboratório de Fitobacteriologia (LAFIBAC) da Universidade Federal
120 Rural de Pernambuco (UFRPE), foram utilizados no presente estudo. Esses isolados
121 foram obtidos de bulbos de cebola apresentando sintomas de podridão em escama no
122 Submédio do Vale do São Francisco, sendo identificados por meio de sequenciamento e
123 análise filogenética da região 16S rRNA em estudos anteriores (Oliveira, 2016). Os
124 isolados foram retirados da preservação, colocados para crescer em meio Trypan Blue
125 Tetracycline - TBT (5 g de glicose; 1 g de L-asparaginase; 1 g de NaHCO₃; 0,5 g de
126 KH₂PO₄; 0,01 g de MgSO₄; 0,05 g de azul de tripano; 0,02 g de tetraciclina e 28 g de
127 ágar, completando-se até 1000 mL com água destilada) (Hagedorn *et al.*, 1987) à
128 temperatura de 27±2° C por 48 h em Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.).

129 Posteriormente os isolados foram cultivados em meio ágar nutritivo – dextrose -
130 extrato de levedura - NYDA (10 g de dextrose; 5 g de extrato de levedura; 3 g de extrato
131 de carne, 5 g de peptona e 20 g de ágar, completando-se até 1000 mL com água
132 destilada) por 36-48 h a uma temperatura de $27 \pm 2^\circ$ C. As suspensões bacterianas
133 foram preparadas em água destilada esterilizada (ADE) e a concentração da suspensão
134 foi ajustada com auxílio de espectrofotômetro (Analyser 500 M, Brasil), para $A_{570} =$
135 0,54, o que corresponde a 10^8 UFC mL⁻¹. Todos os experimentos descritos a seguir
136 foram realizados em duplicata.

137

138 **Análise da agressividade dos isolados de *Burkholderia gladioli* pv. *allii*cola**

139

140 Bulbos de cebola da cultivar Baia Periforme, caracterizados como “classe 2” (35
141 – 50 mm de diâmetro), adquiridos no Centro de Abastecimento e Logística de
142 Pernambuco (CEASA-PE), foram feridos a uma profundidade de aproximadamente 2,5
143 mm com auxílio de um alfinete entomológico. Sobre o ferimento foram depositados 10
144 µL das suspensões bacterianas dos isolados CCRMBG07, CCRMBG38, CCRMBG39,
145 CCRMBG47, CCRMBG89, CCRMBG165, CCRMBG172, CCRMBG175,
146 CCRMBG194, CCRMBG212. Em seguida, os bulbos foram dispostos sobre placas de
147 Petri e acomodadas dentro de bandejas de plástico contendo quatro folhas de papel
148 toalha embebidos em 20 ml de água destilada esterilizada (ADE). As bandejas foram
149 recobertas com sacolas plásticas transparentes para criação de uma câmara úmida, sendo
150 acomodadas em B.O.D. à temperatura de $27 \pm 2^\circ$ C por 48 h. Bulbos tratados
151 similarmente com ADE constituíram o controle negativo. O delineamento experimental
152 foi inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento (isolado), sendo cada
153 repetição constituída por um bulbo. As avaliações foram realizadas por meio de
154 medições do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. Os pressupostos da análise de
155 variância (ANOVA) foram checados pelos Testes de Shapiro-Wilk e Levene com
156 auxílio do programa Statistix (v. 9.0) Tallahassee, Flórida, Estados Unidos). As médias
157 dos tamanhos das lesões provocadas pelos isolados foram comparadas por meio do teste
158 LSD (Least Significant Difference) ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do
159 software estatístico acima informado.

160

161 Seleção de genótipos de cebola para resistência a *Burkholderia gladioli* pv. *alliiicola*

162

163 Cinquenta e oito genótipos de cebola pertencentes ao programa de
164 melhoramento genético da cebola da Embrapa Semiárido foram avaliados (Tabela 1)
165 quanto a resistência a *B. gladioli* pv. *alliiicola*. Bulbos de cebola “classe 2” foram
166 inoculados com o isolado mais agressivo CCRMBG39 e após inoculação, acomodados
167 conforme descrito anteriormente. Bulbos tratados similarmente com ADE constituíram
168 o controle negativo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com
169 cinco repetições, sendo cada repetição constituída por um bulbo. As avaliações foram
170 realizadas por meio de avaliações de severidade, medindo-se o diâmetro da lesão em
171 dois sentidos opostos. Os pressupostos da análise de variância (ANOVA) foram
172 checados pelos Testes de Shapiro-Wilk e Levene com auxílio do programa Statistix (v.
173 9.0. Tallahassee, Flórida, Estados Unidos). As médias dos tamanhos das lesões
174 provocadas pelo isolado foram comparadas por meio do teste de Skott-Knott ao nível de
175 5% de probabilidade com auxílio do software estatístico (Sisvar, v. 5.6) (Ferreira,
176 2011).

177

178 Avaliação da estabilidade da resistência de genótipos de cebola a *Burkholderia*
179 *gladioli* pv. *alliiicola*

180

181 Bulbos de cebola “classe 2” dos genótipos Cascuda T7, EHCEB 20142028,
182 Cascuda T5, EHCEB 20111036, EHCEB 20122003, EHCEB 20141038, Juporanga,
183 Cascuda T6, Alfa SF C-XI, F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015), Crioula
184 Mercosul, EHCEB 201124, EHCEB 201423, IPA 12, IPA 11 e Optima PF foram
185 inoculados com os isolados CCRMBG39, CCRMBG212 e CCRMBG172 e acomodadas
186 conforme descrito anteriormente. Bulbos tratados similarmente com ADE constituíram
187 o controle negativo. Os experimentos foram realizados em delineamento experimental
188 inteiramente casualizado em arranjo fatorial, representado por três isolados e 16
189 genótipos, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por um bulbo
190 contendo um ponto de inoculação. As avaliações foram realizadas por meio de
191 medições do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. As médias dos tamanhos das
192 lesões provocadas pelos isolados foram submetidas a análise de variância (ANOVA) e

193 as médias comparadas por meio do teste de Skott-Knott ao nível de 5% de
194 probabilidade, com auxílio do software estatístico (Sisvar, v. 5.6) (Ferreira, 2011).

195

196 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

197

198 **Análise da agressividade dos isolados de *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola***

199

200 Os isolados CCRMBG39 e CCRMBG212 apresentaram os maiores níveis de
201 agressividade, não diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) entre si (Tabela 2). O isolado
202 CCRMBG172 também apresentou alta agressividade, não diferindo dos dois isolados
203 mais agressivos, nem dos isolados CCRMBG38, CCRMBG175, CCRMBG89,
204 CCRMBG7 e CCRMBG47, os quais apresentaram agressividade moderada. Por sua
205 vez, o isolado CCRMBG165 se mostrou menos agressivo. A amplitude da agressividade
206 entre o isolado mais agressivo (CCRMBG39) e o menos agressivo (CCRMBG165) foi
207 de 4,5 mm. Portanto, para realização dos diferentes experimentos analisados no presente
208 estudo, os isolados CCRMBG39, CCRMBG172 e CCRMBG212, foram selecionados.

209 De acordo com Oliveira (2016), dos três grupos de isolados capazes de causar a
210 podridão em escama da cebola, *B. gladioli* pv. *alliicola* parece predominar nas
211 condições do Submédio do Vale do São Francisco. Por meio da caracterização
212 patológica de isolados do CBC, *B. gladioli* pv. *alliicola* e *P. aeruginosa*, o autor
213 verificou que os dois primeiros grupos de isolados apresentaram maiores valores de
214 severidade, índice de doença e área abaixo da curva de progresso da doença e menor
215 período de incubação do que isolados de *P. aeruginosa*. De forma semelhante aos
216 resultados observados nesse estudo, o autor também observou a existência de diferentes
217 níveis de severidade entre os isolados de *B. gladioli* pv. *alliicola* analisados.

218 O CBC é formado por 20 espécies distintas, estreitamente relacionadas, que
219 atuam como patógenos humanos em sua maioria (Vicenzi *et al.*, 2016). Além disso, no
220 CBC também estão presentes espécies que podem ser patogênicas a animais, vegetais e
221 possuem notória capacidade de degradar poluentes e fixar nitrogênio (Moreira *et al.*,
222 2010), além de poderem atuar como agente de biocontrole (Holmes *et al.*, 1998). No
223 entanto, como ainda não se sabe ao certo quais espécies do CBC estão presentes no
224 semiárido nordestino causando podridão em escamas em cebola optou-se por utilizar

225 apenas isolados de *B. gladioli* pv. *alliicola* para avaliar a reação de genótipos de cebola
226 a doença.

227 Até 2016, os isolados do CBC identificados como capazes de causar podridão
228 em escamas em cebola restringiam-se a *B. cepacia* e *B. multivorans* (Wordell Filho *et*
229 *al.*, 2006). No entanto, recentemente isolados de *B. cenocepacia* linhagem IIIB foram
230 detectados causando a doença nessa região (Oliveira *et al.*, 2017). Estudos adicionais
231 estão sendo desenvolvidos no Laboratório de Fitobacteriologia da Universidade Federal
232 Rural de Pernambuco para investigar a etiologia dos isolados do CBC causadores de
233 podridão em escama no Submédio do Vale do São Francisco.

234 No presente estudo foi utilizada apenas a severidade da podridão de escama para
235 avaliar a reação dos genótipos. Esta variável foi selecionada devido a elevada
236 agressividade e ao baixo período de incubação do patógeno, o qual varia de 7 a 16 h
237 (Oliveira, 2016), mostrando que o patógeno coloniza e inicia a maceração rapidamente
238 dos tecidos do bulbo. Além disso, Silva (2016) observou correlações positivas entre a
239 severidade e a área abaixo da curva de progresso da doença, bem como correlações
240 negativas entre essas variáveis e o período de incubação, indicando que qualquer uma
241 dessas variáveis pode ser utilizada em pesquisas envolvendo a podridão de escamas.

242

243 **Seleção de genótipos de cebola para resistência a *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola***

244

245 Visto que não foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) quanto às
246 variâncias das réplicas dos experimentos conduzidos, os dados foram avaliados como
247 repetições no tempo. Diferentes níveis de resistência à podridão de escamas foram
248 significativamente ($p \leq 0,05$) observados entre os 58 genótipos avaliados: 34 genótipos
249 foram considerados resistentes, com severidade variando de 9,79 a 13,42 mm; 21
250 genótipos foram moderadamente resistentes, com severidade variando de 13,89 a 16,88
251 mm; e três genótipos foram considerados suscetíveis, com severidade de 18,39 a 19,86
252 mm. Nenhum dos 58 genótipos testados apresentou reação imune (ausência de doença)
253 ao isolado CCRMBG39 (Tabela 3).

254 Em cebola, Pereira *et al.* (2016) analisando a resistência de 64 genótipos à
255 mancha púrpura (*Alternaria porri*), conseguiu separar os genótipos avaliados em quatro
256 grupos distintos (resistente, moderadamente resistente, suscetível e altamente

257 suscetível), numa proporção de 16,41%, 47,76%, 26,86% e 4,47%, respectivamente. Os
258 genótipos Crioula Mercosul, Bola Precoce, Juporanga L2, Juporanga L7 e Roxa do
259 Barreiro encontrados com resistência a mancha púrpura por esses autores, também se
260 apresentaram como resistentes ao isolado CCRMBG39 de *B. gladioli* pv. *alliicola* no
261 presente estudo.

262 Souza *et al.* (2008) ao avaliarem o desempenho produtivo de genótipos de
263 cebola no semiárido nordestino, comprovou que o genótipo 'Régia' foi um dos mais
264 promissores na região do Submédio do Vale do São Francisco. Além disso, ao
265 avaliarem a resistência de genótipos de cebola à mancha púrpura, Pereira *et al.* (2016)
266 verificaram que este genótipo apresenta resistência moderada à esta doença. No entanto,
267 considerando o comportamento à *B. gladioli* pv. *alliicola*, avaliada no presente estudo, o
268 genótipo 'Régia' apresentou-se suscetível.

269

270 **Avaliação da estabilidade da resistência de genótipos de cebola a *Burkholderia*** 271 ***gladioli* pv. *alliicola***

272

273 Dentre os 34 genótipos considerados como resistentes, os quinze mais
274 promissores (Cascuda T7, EHCEB 20142028, Cascuda T5, EHCEB 20111036, EHCEB
275 20122003, EHCEB 20141038, Juporanga, Cascuda T6, Alfa SF C-XI, F2 (EHCEB
276 20151030 x EHCEB 20133015), Crioula Mercosul, EHCEB 201124, EHCEB 201423,
277 IPA 12 e IPA 11) e o mais suscetível (Optima PF) foram estudados quanto a
278 estabilidade da resistência.

279 Visto que diferenças significativas não foram observadas ($p \leq 0,05$) quanto às
280 variâncias das réplicas dos experimentos conduzidos, os dados foram avaliados como
281 repetições no tempo. De acordo com o teste F, houve diferença significativa entre os
282 genótipos a 1% e a 5% de probabilidade (Tabela 4). De forma similar, houve diferença
283 significativa entre os isolados a 1% e a 5% de probabilidade. Considerando a interação
284 entre genótipos e isolados, diferenças significativas foram observadas apenas a 5% de
285 probabilidade. Portanto, diante da ausência de interação significativa a 1% de
286 probabilidade, o comportamento dos genótipos foi analisado isoladamente para cada
287 isolado.

288 Quanto a reação ao isolado CCRMBG39, verificou-se que todos os genótipos se
289 comportaram como resistentes, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) de Optima PF
290 que se comportou como suscetível (Tabela 5). Esse comportamento era esperado e
291 confirmou a reação destes genótipos ao isolado CCRMBG39, o qual foi observado no
292 experimento para seleção dos genótipos de cebola. Considerando o isolado
293 CCRMBG172, os genótipos Cascuda T7, EHCEB 20142028, Cascuda T5, EHCEB
294 20111036, EHCEB 20122003, Juporanga, Cascuda T6, F2 (EHCEB 20151030 x
295 EHCEB 20133015), Crioula Mercosul e IPA 11 comportaram-se como resistentes,
296 enquanto os demais genótipos comportaram-se como suscetíveis. Considerando o
297 isolado CCRMBG212, verificou-se que o genótipo Optima PF permaneceu como mais
298 suscetível, diferindo dos genótipos Cascuda T5, Cascuda T6, Crioula Mercosul,
299 EHCEB 20111036, EHCEB 20141038, EHCEB 20142028, EHCEB 201423, F2
300 (EHCEB 20151030 X EHCEB 20133015), IPA 12 e Juporanga, os quais apresentaram-
301 se como resistentes.

302 Os genótipos F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015), Cascuda T5, Crioula
303 Mercosul, Juporanga, EHCEB 20111036, Cascuda T6 e EHCEB 20142028
304 mantiveram-se estáveis quanto a resistência a podridão em escamas considerando os
305 três isolados de *B. gladioli* pv. *alliicola* testados (CCRMBG39, CCRMBG212 e
306 CCRMBG172). Portanto, esses genótipos apresentaram-se como fontes promissoras de
307 resistência à podridão em escamas, podendo ser utilizados em programas de
308 melhoramento visando à obtenção de variedades de cebola com resistência a doença.

309

310 REFERÊNCIAS

311

- 312 CAMARGO LEA. 2011. Controle Genético. In: AMORIM L; REZENDE JAM;
313 BERGAMIN FILHO A (eds). *Manual de Fitopatologia. Princípios e conceitos*. São
314 Paulo: Agronômica Ceres. p. 325-340.
- 315 COSTA ND; RESENDE GM. 2007. Cultivares. In: _____. (Ed.). *Cultivo da cebola no*
316 *Nordeste*. Embrapa-Sistema de Produção 3: 20–23.
- 317 EL BALLA MMA; HAMID, ABDELBAGI A; ABDELMAGEED, AHA. 2013. Effects
318 of time of water stress on flowering, seed yield and seed quality of common onion

- 319 (*Allium cepa* L.) under the arid tropical conditions of Sudan. *Agricultural Water*
320 *Management* 121: 149-157.
- 321 FERREIRA, DF. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e*
322 *Agrotecnologia* 35: 1039-1042.
- 323 GAVA CAT; TAVARES SCCH. 2016, 17 de julho. *Cultivo da cebola no Nordeste:*
324 *doenças.* Disponível em
325 [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema%2Fdeproducao%2F6_1%2Fga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1843)
326 [asdeproducao%2F6_1%2Fga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=vi](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema%2Fdeproducao%2F6_1%2Fga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1843)
327 [ew&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema%2Fdeproducao%2F6_1%2Fga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1843)
328 [76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1843](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema%2Fdeproducao%2F6_1%2Fga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3113&p_r_p_-996514994_topicoId=1843)
- 329 HAGEDORN C; GOULD WD; BARDINELLI TR; GUSTAVSON DR. 1987. A
330 selective medium for enumeration and recovery of *Pseudomonas cepacia* biotypes
331 from soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 53: 2265-2268.
- 332 HOLMES A; GOVAN J; GOLDSTEIN R. 1998. Agricultural Use of *Burkholderia cepacia*:
333 A threat to human health? *Emerging Infectious Diseases* 4: 221-227.
- 334 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017, 17 de julho. *Indicadores*
335 *IBGE Estatística da Produção Agrícola.* Disponível em
336 [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_2](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201706.pdf)
337 [01706.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201706.pdf)
- 338 KUNZ VL; SIRTOLI LF; FURLAN L; POLETTI L; PRIMO MA; RODRIGUES JD.
339 2009. Produtividade de cebola sob diferentes fontes e modos de aplicação de adubos
340 nitrogenados em cobertura. *Revista Biodiversidade* 8: 31-37.
- 341 MOREIRA FMS; SILVA K; ABRAHÃO RS. 2010. Bactérias diazotróficas
342 associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. *Comunicata Scientiae*
343 1: 74-99.
- 344 OLIVEIRA WJ; SILVA WA; SILVA AMF; CANDEIA J; SOUZA EB; MARIANO
345 RLR; GAMA MAS. 2017. First report of *Burkholderia cenocepacia* causing sour
346 skin of onion (*Allium cepa*) in Brazil. *Plant Disease* 101: First view:
347 <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-17-0759-PD>.
- 348 OLIVEIRA WJ. 2016. *Etiologia da podridão de escama da cebola no semiárido*
349 *brasileiro.* Recife: UFRPE. 59p (Dissertação mestrado).

- 350 PEREIRA RB; OLIVEIRA VR; CARVALHO ADF; PINHEIRO JB. 2016. Reação de
351 genótipos de cebola à mancha púrpura. *Horticultura Brasileira* 34: 273-278.
- 352 ROMEIRO RS. 2000. Doenças causadas por bactérias em alho e cebola. In:
353 ZAMBOLIM L; VALE FXR; COSTA H (Eds). *Controle de Doenças de Plantas*
354 *Hortaliças*. Viçosa: BR. Editora UFV. p. 43-81.
- 355 SILVA WA. 2016. *Caracterização epidemiológica da podridão em escamas da cebola*.
356 Recife: UFRPE. 50p (Dissertação mestrado).
- 357 SOUZA JO; GRANGEIRO LC; SANTOS GM; COSTA ND; SANTOS CAF; NUNES
358 GHS. 2008. Avaliação de genótipos de cebola no Semi-Árido Nordeste.
359 *Horticultura Brasileira* 26:97-101.
- 360 VICENZI FJ; PILLONETTO M; SOUZA HAPHM; PALMEIRO JK; RIEDI CA;
361 ROSARIO FILHO NG; COSTA LMD. 2016. Polyphasic characterization of
362 *Burkholderia cepacia* complex species isolated from children with cystic fibrosis.
363 *Memória do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro 111: 37-42.
- 364 WORDELL FILHO JA; ROWE E; GONÇALVES PAS; DEBARBA JF; BOFF P;
365 THOMAZELLI LF. 2006. *Manejo fitossanitário da cebola*. Florianópolis: EPAGRI.
366 p. 19-126.
- 367
- 368

Tabela 1. Genótipos de cebola utilizados no presente estudo

Genótipo¹	Genótipo
Alfa SF 'A'	EHCEB 20142008
Alfa SF 'B'	EHCEB 20142027
Alfa SF C-XI	EHCEB 20142028
Alvorada	EHCEB 20142038
Bola Precoce	EHCEB 20142040
BRS 367	EHCEB 201423
Cascuda T5	EHCEB 201426
Cascuda T6	EHCEB 201427
Cascuda T7	EHCEB 20146
Cascuda T8	EHCEB 201513
Conquista	EHCEB 201515
Crioula Mercosul	Optima PF
EHCEB 20101003	Express
EHCEB 20101017	F2 (EHCEB 20131006 x EHCEB 20133014)
EHCEB 20101019	F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015)
EHCEB 20102017	Imperatriz
EHCEB 20102019	IPA 10
EHCEB 20111006	IPA 11
EHCEB 20111036	IPA 12
EHCEB 20112006	Juporanga
EHCEB 20112036	Luminosa do Enza
EHCEB 201124	Optima F1
EHCEB 20122003	Primavera
EHCEB 20141008	Rainha
EHCEB 20141027	Régia
EHCEB 20141028	Roxa do Barreiro
EHCEB 20141038	São Paulo
EHCEB 20141040	Serrana
EHCEB 20142	Sirius F1

¹Genótipos de cebola pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa Semiárido, Petrolina - PE, Brasil.

Tabela 2. Agressividade de isolados de *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola* em bulbos de cebola artificialmente inoculados

Isolado	Severidade¹
CCRMBG7	11,94 bc ²
CCRMBG38	13,29 bc
CCRMBG39	16,01 a
CCRMBG47	11,88 bc
CCRMBG89	12,94 bc
CCRMBG165	11,50 c
CCRMBG172	13,89 ab
CCRMBG175	12,95 bc
CCRMBG212	15,59 a

C.V. = 20,13%

¹Severidade da doença baseada nas medições do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. ²Média de quatro repetições. Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste pelo teste LSD.

Tabela 3. Resistência de genótipos de cebola à podridão de escamas, através da inoculação do isolado CCRMBG39 de *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola*

Genótipo	Severidade 1	Classe de resistência	Genótipo	Severidade	Classe de resistência
Alfa SF 'A'	14,30 b ²	MR ³	EHCEB 20142008	19,86 c	S
Alfa SF 'B'	16,88 b	MR	EHCEB 20142027	14,96 b	MR
Alfa SF C-XI	11,42 a	R	EHCEB 20142028	10,08 a	R
Alvorada	15,15 b	MR	EHCEB 20142038	12,89 a	R
Bola Precoce	13,10 a	R	EHCEB 20142040	15,60 b	MR
BRS 367	13,22 a	R	EHCEB 201423	11,69 a	R
Cascuda T5	10,54 a	R	EHCEB 201426	15,58 b	MR
Cascuda T6	11,14 a	R	EHCEB 201427	13,19 a	R
Cascuda T7	9,79 a	R	EHCEB 20146	14,51 b	MR
Cascuda T8	12,60 a	R	EHCEB 201513	12,88 a	R
Conquista	12,71 a	R	EHCEB 201515	15,67 b	MR
Crioula Mercosul	11,51 a	R	Express	14,33 b	MR
EHCEB 20101003	15,68 b	MR	F2 (EHCEB 20131006 x EHCEB 20133014)	12,42 a	R
EHCEB 20101017	12,39 a	R	F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015)	11,44 a	R
EHCEB 20101019	13,11 a	R	Imperatriz	12,71 a	R
EHCEB 20102017	12,64 a	R	IPA 10	13,89 b	MR
EHCEB 20102019	14,24 b	MR	IPA 11	11,76 a	R
EHCEB 20111006	16,27 b	MR	IPA 12	11,74 a	R
EHCEB 20111036	10,63 a	R	Juporanga	11,00 a	R
EHCEB	14,53 b	MR	Luminosa do	12,26 a	R

20112006			Enza		
EHCEB	12,16 a	R	Optima F1	14,79 b	MR
20112036					
EHCEB	11,52 a	R	Optima Pf	18,39 c	S
201124					
EHCEB	10,95 a	R	Primavera	14,48 b	MR
20122003					
EHCEB	15,95 b	MR	Rainha	13,42 a	R
20141008					
EHCEB	13,00 a	R	Regia	18,91 c	S
20141027					
EHCEB	13,37 a	R	Roxa do	12,37 a	R
20141028			Barrreiro		
EHCEB	10,98 a	R	São Paulo	14,48 b	MR
20141038					
EHCEB	15,49 b	MR	Serrana	16,62 b	MR
20141040					
EHCEB	12,29 a	R	Sirius F1	14,70 b	MR
20142					

C.V. = 26,13%

¹Severidade da doença baseada nas medições do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. ²Média de cinco repetições. ³Classe de resistência: R (Resistente), MR (Moderadamente resistente) e S (suscetível). Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

Tabela 4. Estimativa do quadrado médio para a severidade da podridão em escama causada por *Burkholderia gladioli* pv. *alliicola* em 58 genótipos de cebola

Fonte de Variação	GL	QM
		Severidade ¹
Genótipos (G)	15	56,05**
Isolados (I)	2	28,68**
G x I	30	8,37*
Resíduo	144	4,72
C.V. (%)		17,31

* e ** significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente, de probabilidade pelo teste F. ¹Severidade da doença baseada no diâmetro médio das lesões em dois sentidos opostos.

Tabela 5. Reação de genótipos de cebola à podridão de escamas avaliada por meio da inoculação artificial dos isolados CCRMBG39, CCRMBG172 e CCRMBG212 de *Burkholderia gladioli* pv. *alliiicola*

Genótipo	Severidade ¹		
	CCRMBG39	CCRMBG172	CCRMBG212
Alfa SF C-XI	12,50 a ²	14,54 b	15,10 b
Cascuda T5	11,57 a	9,94 a	11,53 a
Cascuda T6	10,39 a	10,23 a	13,01 a
Cascuda T7	9,99 a	10,46 a	13,86 b
Crioula Mercosul	10,41 a	9,13 a	12,08 a
EHCEB 20111036	14,19 a	11,64 a	12,95 a
EHCEB 201124	12,02 a	13,21 b	15,99 b
EHCEB 20122003	13,34 a	11,47 a	14,37 b
EHCEB 20141038	11,65 a	12,91 b	12,19 a
EHCEB 20142028	10,75 a	10,64 a	13,14 a
EHCEB 201423	10,30 a	12,40 b	11,84 a
Optima PF	20,30 b	21,57 b	16,67 b
F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015)	10,88 a	10,31 a	10,40 a
IPA 11	13,87 a	11,20 a	15,32 b
IPA 12	11,13 a	14,23 b	12,25 a
Juporanga	12,25 a	10,05 a	12,52 a
C.V. (%)	17,57	16,01	18,07

¹Severidade da doença baseada nas medições do diâmetro da lesão em dois sentidos opostos. ²Média de quatro repetições. Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott.

CONCLUSÕES GERAIS

CONCLUSÕES GERAIS

- Os 58 genótipos de cebola avaliados apresentaram níveis de resistência variáveis à podridão em escama causada por *Burkholderia gladioli* pv. *allicola*
- 34 genótipos se comportaram como resistentes;
- Dos 15 genótipos selecionados para avaliação da estabilidade, os genótipos F2 (EHCEB 20151030 x EHCEB 20133015), Cascuda T5, Crioula Mercosul, Juporanga, EHCEB 20111036, Cascuda T6 e EHCEB 20142028 mantiveram-se estáveis, podendo ser utilizados em programas de melhoramento visando à obtenção de variedades de cebola com resistência a doença.